

**EDAD, CRECIMIENTO, MORTALIDAD E INCIDENCIA DE LAS VARIACIONES DEL NIVEL HIDROMÉTRICO DEL RÍO PARANÁ EN LA ABUNDANCIA DEL SURUBÍ PINTADO (*PSEUDOPLATYSTOMA CORRUSCANS*)**NORBERTO OSCAR OLDANI<sup>1</sup>, OVIDIO ECCLESIA<sup>2</sup>, CLAUDIO RAFAEL MARIANO BAIGÚN<sup>3</sup><sup>1</sup> Instituto de Desarrollo Tecnológico para la Industria Química (INTEC-UNL-CONICET), Argentina. Güemes 3450, S3000GLN Santa Fe (SF) Argentina<sup>2</sup> Dpto. Fauna Ictica y Silvestre Subdirección de Fauna y Flora de Corrientes, Argentina.<sup>3</sup> Instituto Tecnológico de Chascomús (IIB-INTECH), CONICET-Universidad Nacional de General San Martín, Argentina.  
E-mail: [gbiopcs@gmail.com](mailto:gbiopcs@gmail.com)

25

**Resumen** – Los objetivos son determinar los parámetros de crecimiento, índice de mortalidad e incidencia de las variaciones del nivel hidrométrico en la abundancia de las poblaciones del surubí pintado. Se analizaron las tallas de 3.332 ejemplares capturados en 34 concursos de pesca desde 1996 a 2008. Participaron 32.766 pescadores que totalizaron 369.044 horas de pesca. Se dispuso información de pesquerías comerciales desde 1976. La edad y el crecimiento se determinaron en base a la descomposición de las polimodales de las pseudocohortes de los concursos de pesca Reconquista y Goya y se validaron con lecturas de las marcas anuales en los radios duros de las aletas pectorales. Los parámetros de la ecuación de von Bertalanffy determinados, fueron:  $L_{\infty}$  de 185 cm, K: 0.0653;  $t_0$ : -3.4. El surubí nace en primavera-verano y marcan los anillos en invierno, el primero a los 6 meses. En el período de crecimiento a los 4+ años reabsorbe el primer anillo y luego a los 5+, 7+ y 9+ años con el segundo, tercero y cuarto anillo respectivamente. Las variaciones de la mortalidad (Z) se asocian a las capturas de sábalo. El análisis de la CPUE mostró la disminución de tallas superiores a la primera reproducción (91 cm). El porcentaje de reproductores en 1976-77 era del 63%, en el 2002-03 disminuyó al 30% y en los concursos de Goya y Reconquista desde el 2004, no supera el 11%. El mejor ajuste de los surubíes pintado de edad 4+ capturados en Goya y Reconquista (cohortes 1999 al 2004) se dio con el promedio del nivel hidrométrico de octubre a diciembre. Niveles hidrométricos más elevados producirían cohortes más abundantes.

**Palabras claves** – Sudamérica, torneos de pesca, peces gigantes, peces migratorios, grandes ríos.

**Abstract** – Age, growth, mortality and incidence of the variations of the Paraná River hydrometric level in abundance of "spotted sorubim" (*Pseudoplatystoma corruscans*). The goals are to determine the growth patterns, mortality rate and incidence of the hydrometric level variations in the abundance of *Pseudoplatystoma corruscans* populations. We analyzed the sizes of 3,332 fish caught in 34 fishing tournaments from 1996-2008. Age and growth were determined based on the decomposition of the pseudo-cohort polymodals of the Reconquista and Goya fishing tournaments and were validated with readings of the annual markers at the hard radius of the pectoral fin. The *P. corruscans* is born in spring-summer and marks the growing rings in winter, towards the first 6 months. During growing period to the 4+ years it reabsorbs the first mark and then towards the 5+, 7+ and 9+ years it reabsorbs with the second, third and fourth marks respectively. Mortality variations (Z) are related with *Prochilodus lineatus* captures. The percentage of breeders in 1976-77 was 63%, in the period 2002-03 it decreased to 30% and in the Goya and Reconquista tournaments since 2004, does not exceed 11%. The best adjustment of the 'spotted sorubim' of 4+ years caught is Goya and Reconquista (1999-2004 cohorts) was achieved with the average hydrometric level on spring. Higher hydrometric levels would allow more abundant cohorts.

**Keywords** – South America, fishing tournaments, giant fish, migratory fishes, large rivers.

Los grandes ríos con llanura de inundación exhiben condiciones ecológicas que les permiten proporcionar una variedad importante de bienes y servicios. En la cuenca del Plata, la pesca es uno de los más valorados por miles de pescadores artesanales y de subsistencia. Sin duda, que el factor que gobierna las abundancias y distribuciones de las poblaciones de peces, proporciona los hábitats para la reproducción y el bienestar de las larvas en el período crítico, el crecimiento y alimentación en todas las etapas del desarrollo e influye en las historias de vida, son los pulsos de las inundaciones que generan las "llamadas u ondas", que se transmiten río abajo e incre-

mentan las velocidades de corriente (Agostinho *et al.*, 2004; Gomes & Agostinho, 1997; Goulding, 1980; Junk *et al.*, 1989; Oldani, 1990; Welcomme, 1985 y 2001). Estos ciclos, en la cuenca del Plata, se producen por lluvias estacionales pero también están asociados a los fenómenos como: El Niño, La Niña y la latitud alcanzada por los frentes fríos en invierno (Oldani, 1990). Representan una marca ecológica que exhibe una notable influencia en la estructura física y el funcionamiento de los ecosistemas fluviales.

El surubí pintado (*Pseudoplatystoma corruscans*) es un predador tope, emblemático, de los llamados

peces gigantes que sustenta importantes pesquerías (Baigún *et al.*, 2008; Oldani & Oliveros, 1984; Oldani & Rabe, 2004; Oldani *et al.*, 2005; Bonetto *et al.*, 1965; Pereyra de Godoy, 1993). Se distribuye principalmente en los tramos medios y bajos de los ríos de la porción inferior de la cuenca del Plata y también en la cuenca del río San Francisco, en Brasil (Araujo-Lima & Ruffino, 2004; Agostinho, *et al.*, 2004; Buitrago-Suarez & Burr, 2007; Kawakami de Resende, 2004; Zaniboni & Schulz, 2004). A pesar de su importancia se conoce muy poco de sus características bionómicas y demográficas. Los estudios disponibles que versan sobre edad, crecimiento, rendimiento pesquero y reproducción provienen de diferentes ríos (Bechara *et al.*, 2007; Brito & Bazzoli, 2003; Cordivola, 1966; Mateus & Petrere 2004; Navia, C. *et al.*, 2007; Pereyra de Godoy 1993; Godinho *et al.*, 1997; Godinho *et al.*, 2007; Vargas, 2010), en algunas oportunidades, con resultados que dificultan aplicar modelos evaluativos analíticos convencionales (e.g. Petrere 1983; Bayley & Petrere 1989, Mateus & Petrere 2004) o estimar las mortalidades (Beverton & Holt, 1957; Pauly, 1980).

La conservación del surubí pintado en la Argentina, parece estar afectada principalmente por los impactos ambientales producidos por la construcción de represas, el aumento de la presión de pesca, la contaminación y el cambio climático (Oldani *et al.*, 2005). Según Oldani & Baigún (2002), Oldani & Rabe 2004 y Oldani *et al.*, (2007), la represa de Yacyretá interrumpió las migraciones ascendentes y descendentes y aisló 665 km del área de reproducción. También el incremento de la pesca y en particular la del sábalo (*Prochilodus lineatus*) durante la última década (Baigún *et al.*, 2008, Oldani *et al.*, 2005) contribuyeron a la reducción de las tallas de todas las especies (Oldani *et al.*, 2005).

Los objetivos del estudio son determinar los parámetros de crecimiento  $L_{\infty}$ , K y  $t_0$ , índice de mortalidad (Z) y la incidencia de las variaciones del nivel hidrométrico en la abundancia y la estructura de tallas de las poblaciones de *Pseudoplatystoma corruscan* del río Paraná, en la Argentina.

**MATERIALES Y MÉTODOS**

**Área de estudio** – Corresponde al área actual de distribución de las poblaciones del surubí pintado en el tramo argentino del río Paraná; desde aguas abajo de la represa de Yacyretá (Km 1.324) hasta el Río de la Plata (**Figura 1**). Hacia aguas arriba de Yacyretá, el Paraná se extiende otros 2.400 km y se considera que perdió la integridad ecológica por la construc-

ción de represas (Petrere, 1989). Cuando el río Paraná recibe su principal tributario, el río Paraguay modifica sustancialmente sus características y desarrolla un amplio y muy productivo potamon. Tiene más de 30.000 Km<sup>2</sup>, una dirección N-S y estrechamientos a la altura de las ciudades de Resistencia, Reconquista y Santa Fe. Las constantes variaciones del nivel hidrométrico, asociadas a las lluvias en la alta cuenca, producen un pico de crecientes a fines del verano y otro secundario a mediados del invierno e imprimen las características más salientes al sistema. Tiene un modulo de aproximadamente 16.000 m<sup>3</sup>/s, una amplitud máxima entre bajantes y crecientes de 8.4 m y velocidad de corriente máximas de 2 m/s.

**Información pesquera** – Se estudió la distribución de las tallas (longitud total en cm) de 3.332 surubíes pintados, que es la especie dominante del género en la Argentina. Fueron capturados en 34 concursos de pesca deportiva realizados en el río Paraná, desde 1996 hasta el 2008, a la altura de las siguientes ciudades. Ituzaingó, ubicada inmediatamente aguas abajo de la represa Yacyretá (Km. 1.324, en octubre, desde 1996 hasta 2000 y luego en junio-julio); Goya (Km. 842, en abril-mayo, desde 1997); Reconquista (Km. 818, en octubre, desde 1998); Santa Fe (Km. 465, en marzo, desde 2006) se realiza en el río Colastiné (un cauce secundario) y La Paz (Km. 627, en abril, desde 2008). Los concursos de Reconquista y Goya se realizan prácticamente en la misma área geográfica uno enfrente del otro.

A partir del 2002 los concursos de pesca deportivos comenzaron a adoptar la modalidad de pesca con devolución, lo que permitió registrar ejemplares de tallas inferiores a la primera captura y obtener muestreos de la estructura de la población. Los concursos se realizan 1 vez por año, premian la sumatoria de las tallas y las piezas mayores. Todos los surubíes capturados se registraron individualmente por dos observadores. En total participaron 32.766 pescadores deportivos que totalizaron 369.044 horas de pesca (**Tabla 1**).

También se recolectaron y conservaron en seco radios duros de las aletas pectorales (espinas) para los estudios de edad y crecimiento e información largo/peso en las capturas de las pesquerías comerciales y deportivas de las ciudades de: Paraná (Km. 472, primavera-verano entre 1976-1977, 1984-1985), Esquina (Km. 723, entre 1997-1998 y jul. 2004), Corrientes (Km. 1.078, entre 1999-2005), Itá Ibaté (Km. 1.250, entre 1999 - 2004), Goya (entre



**Figura 1.** Principales ríos de la porción inferior de la Cuenca del Plata: Paraná, Paraguay, Uruguay y Río de la Plata y de las localidades donde se realizan los concursos de pesca del surubí pintado (Santa Fe, La Paz, Reconquista, Goya e Ituzaingo). Área de reproducción de sábalo (*P. lineatus*) y surubí pintado (*P. corruscans*).

1997-1998), Reconquista (de oct. 2006 a may. 2007) y Helvecia (Km. 551, en jun. 2010).

La información de las capturas de la pesca artesanal del sábalo se obtuvo de los registros de exportación recopilados por SENASA (Baigún *et al.*, 2008).

**CPUE<sub>n</sub>** – Expresa el número de surubies capturados por 100 pescadores en 600 horas de pesca.

**Tabla 1.** Principales estadísticos de los concursos de pesca. AN: Número de pescadores. Fh: horas de pesca. N: número total de peces capturados. N>90 cm: número de peces capturados mayores de 90 cm. Lmax: talla máxima. Tm/Lm: talla media/talla de primera madurez. HI Nivel hidrométrico del río Paraná a la altura de la ciudad de Paraná.

Lugar	Fecha	AN	Fh	N	N>90 cm	Lmax	Tm/Lm	HI
Ituzaingó	Oct 12, 1996	510	3825	5	5	112	1.16	
Goya	May 3, 1997	1260	17640	135	130	145	1.22	2.76
Ituzaingó	Oct 11, 1997	612	4896	5	5	113	1.12	
Goya	May 8, 1999	1282	17948	97	95	133	1.13	3.75
Ituzaingó	Oct 10, 1999	543	4344	15	15	150	1.2	
Goya	Abr 29, 2000	1286	18004	75	73	124	1.11	2.94
Ituzaingó	Oct 15, 2000	606	4848	21	21	152	1.25	
Goya	Abr 28, 2001	1179	16506	27	27	130	1.25	3.3
Ituzaingó	Jul 8, 2001	810	7560	25	25	162	1.26	
Goya	May 4, 2002	1071	14994	60	33	113	1.02	4.08
Ituzaingó	Jul 7, 2002	537	4296	9	9	139	1.3	
Reconquista	Oct 12, 2002	591	4728	131	6	123	0.76	2.89
Goya	May 6, 2003	1049	14686	223	76	125	0.92	4.29
Ituzaingó	Jun 21, 2003	506	4048	9	9	162	1.39	
Reconquista	Oct 12, 2003	930	7440	68	7	111	0.75	2.37
Goya	May 10, 2004	1182	16548	211	70	132	0.89	2.48
Ituzaingó	Jul 10, 2004	528	4224	4	4	123	1.13	
Reconquista	Oct 10, 2004	1152	9792	195	8	118	0.67	1.74
Goya	May 8, 2005	1454	20356	248	18	130	0.8	2.54
Ituzaingó	Jul 8, 2005	456	3648	6	5	103	1.04	
Reconquista	Oct 9, 2005	1395	9765	100	2	125	0.71	2.35
Santa Fé	Mar 11, 2006	513	7695	90	4	112	0.78	2.24
Goya	Abr 29, 2006	1480	22200	117	21	131	0.89	3.23
Ituzaingó	Jul 8, 2006	390	3120	44	36	143	1.12	
Reconquista	Oct 15, 2006	1314	9855	143	8	105	0.74	2.7
Santa Fe	Mar 18, 2007	660	9900	22	7	108	0.9	5.29
Goya	Abr 28, 2007	1681	25215	529	79	132	0.84	3.82
Ituzaingó	Jul 8, 2007	411	3288	5	2	133	1.04	
Reconquista	Oct 14, 2007	1599	12792	321	12	105	0.68	2
Santa Fé	Mar 15, 2008	840	7350	31	10	109	0.83	2.71
La Paz	Abr 12, 2008	645	5805	66	18	110	0.87	2.77
Goya	May 4, 2008	2063	30945	197	37	114	0.88	3.26
Ituzaingó	Jul 13, 2008	630	5040	19	13	125	1.04	
Reconquista	Oct 13, 2008	1601	15743.2	79	1	89	0.72	2.2
<b>TOTAL</b>		<b>32766</b>	<b>369044</b>	<b>3332</b>				



**Lc** – Talla de primera captura, corresponde a las establecidas por la Convenio sobre Conservación y Desarrollo de los Recursos Icticos en los tramos límítrofes de los Ríos Paraná y Paraguay y la Ley 12.212 de la Provincia de Santa Fe (Argentina).

**Lópt y Lm** – Tallas óptima y de primera madurez, se calcularon a partir de las relaciones empíricas de Froese y Binohlan, (2000) como función de la talla máxima (*Lmax*), es decir la mayor talla individual de una especie observada en una localidad, *sensu* Froese y Pauly, (2003).

**Parámetros de la ecuación de von Bertalanffy (L∞, K y t0)** – Se obtuvieron a partir de la descomposición de las polimodales de las pseudocohortes de los concursos de pesca Reconquista y Goya, utilizando el método de Bhattacharya (Fisat II Version 1.2.2.) y asignándoles edades sucesivas a las modas. Los parámetros *L∞*, *K* y *t0* se determinaron en base al método de von Bertalanffy entre las edades en años (*X*) y las modas computadas en cm (*Y*) expresadas como:  $-\ln(1-Lt/L\infty)$ . El modelo permitió determinar los *R*<sup>2</sup> para una serie de *L∞* 170 a 200 cm.

**Otros cálculos de L∞** - Para la serie de los concursos de Reconquista y Goya también se utilizaron los métodos de Gulland & Holt, 1959 y Shepherd's, (en Sparre *et al.*, 1989) y también a partir del promedio de la tallas de los peces más longevos, como:  $\sum L_{max}/n/0.95$ . Los especímenes corresponden a los capturados en el río Paraná a la altura de la ciudad de Ita Ibate, entre 1999 y 2004, con 171 y 174 cm de longitud total. Otros 9 ejemplares de tallas superiores a 163.5 cm (154 cm *L.fork*) fueron registrados en el río Colastiné, próximo a la ciudad de Santa Fe por Cordiviola (1966). Por último Oldani y Oliveros (1984) registraron 1 ejemplar de 166 cm en el río Paraná (en Paraná). Otros registros corresponden a los de Bayley (1971), en Pereyra de Godoy (1993) para el río Pilcomayo con 1 ejemplar de 200 cm y Godinho *et al.*,(1993) en Mateus & Petrere, (2004), con 1 ejemplar de 200 cm en el río San Francisco (Brasil).

**Lectura de marcas anuales en los radios duros de las aletas pectorales** – Se realizaron bajo microscopio estereoscópico (20x de aumento) en cortes finos de 450-500 um, montados en portaobjetos. La lectura de los anillos se realizó en el eje antero-posterior desde la medula al borde y se puso especial cuidado en: a) determinar las marcas anuales correspondiente a los inviernos, b) patrón de bandas opacas y hialinas y c) presencia de bandas múltiples en ejemplares de mayores tallas. Los cortes finos se practicaron transversalmente al eje principal de las espinas pectorales a la altura del inicio del foramen. Para esto se

utilizó una cierra circular (Buehler-Isomet) de baja velocidad con una cuchilla diamantada de 0.75 mm. Previamente las espinas fueron incluidas e resina epoxy (Lai, H. *et al.*, 1996).

**Análisis Estadístico** – Para analizar si las edades (en años) determinadas con las dos metodologías utilizadas: a) descomposición de las modas de las pseudocohortes de los concursos de Reconquista y Goya y b) lecturas de las marcas anuales en los radios duros de las aletas pectorales, difieren en función del método utilizado, se realizó un análisis de la varianza utilizando los modelos 1 y 2. El modelo 1, ajusta todos los datos suponiendo que provienen de una misma medición y el modelo 2, de distintas.

Modelo 1:  $y=th0*(1-exp(-x*th1+th2))$

Modelo 2:  $y=(th0+gam1*f)*(1-exp(-x*(th1+gam2*f)+th2+gam3*f))$

Para el análisis de la información se utilizó el programa Arc Software.

**M** – La mortalidad natural se estimó con la ecuación de Pauly (1980), considerando una temperatura de 22,5 °C.

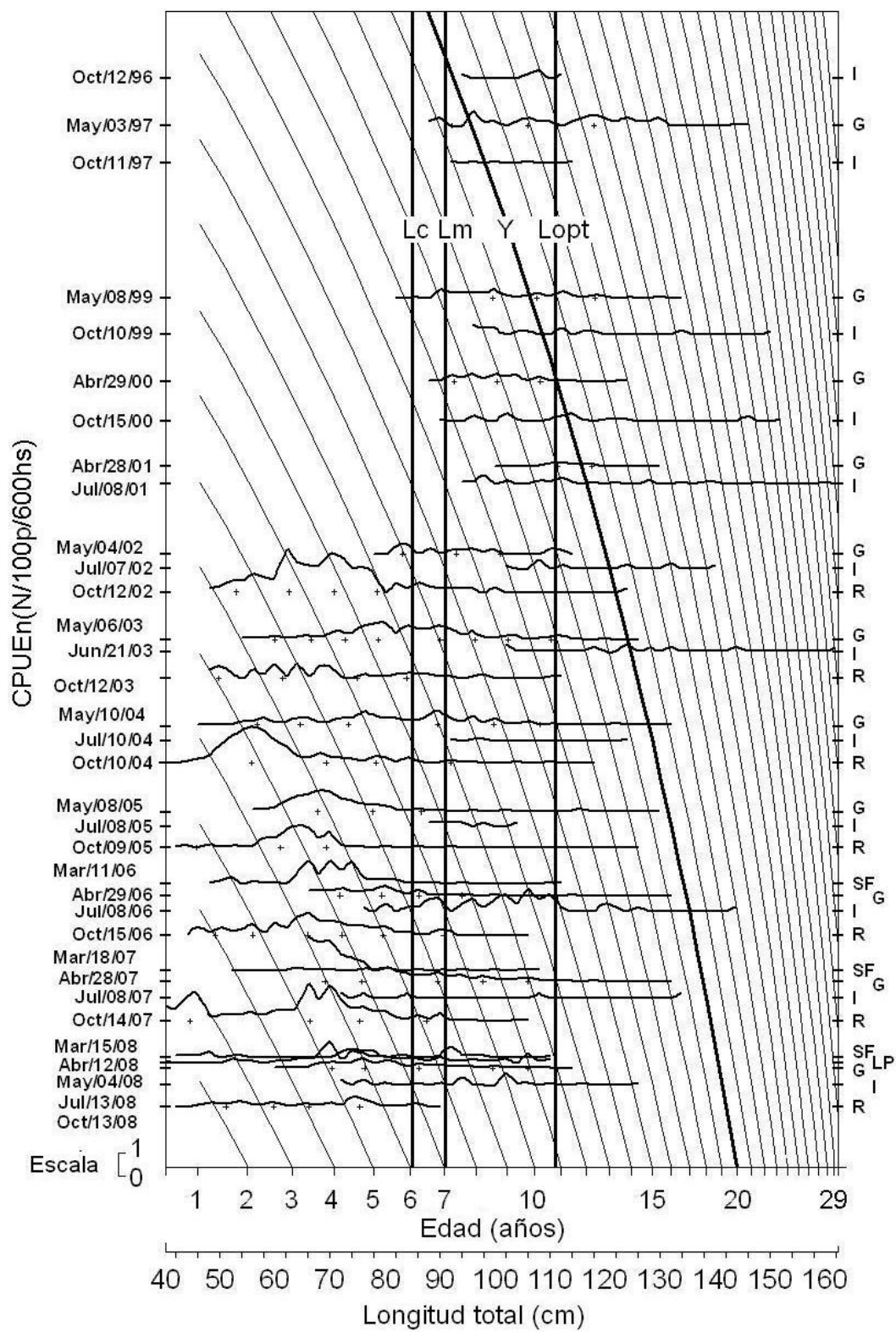
**Z** – La mortalidad total se determinó aplicando el método Jones & Van Zalinge 1981, en Sparre *et al.*, 1989).

La serie de surubíes pintados de edad 4+ de los concursos de Goya y Reconquista desde el 2003 al 2008 se calcularon como el promedio entre los contabilizados de edad 4+ y los estimados a partir de las edades 5 y 6 de las pseudocohortes, de acuerdo a la ecuación de Thompson & Bell (1934), en Sparre *et al.*, (1989).

**Longitud fork (cm)/Longitud total (cm)** – Para convertir la información se utilizó la ecuación  $Lt=1.0474Lf+2.2141$  (*R*<sup>2</sup>:0.9972); *n*:50, calculada con ejemplares capturados en la pesquería de la ciudad de Paraná entre 1976 y 1977.

**Relación Largo/peso (longitud total en cm y peso en Kg)** – Se estimó con la ecuación  $Y=0.2863e^{0.0344x}$  (*R*<sup>2</sup>:0.9283; *n*:976) calculada en base a los muestreos de pesca deportiva y comercial de: Ituzaingó, Ita Ibate, Corrientes, Esquina, Reconquista y Paraná.

**Información hidrológica** – Las variaciones del nivel hidrométrico del río Paraná corresponden al puerto de la ciudad de Paraná (ER) que refleja todos los cambios que se producen en el potamon del río donde se realizan los concursos de Goya, Reconquista, La Paz y Santa Fe. Los registros históricos fueron proporcionados por la Subsecretaría de Recursos Hídricos de la Nación.



**Figura 2.** Distribución de frecuencias de las tallas (con intervalos de 2 cm) y de las edades, de los surubies pintados capturados en los concursos de pesca realizados en el cauce principal del río Paraná a la altura de las localidades de Santa Fe (SF), La Paz (LP), Goya (G), Ituzaingó (I) y Reconquista (R). CPUEn: número de peces capturados por 100 pescadores en 600 horas de pesca. +: Corresponden a las modas de las clases de edades determinadas en la descomposición de las polimodales. Lc: talla de primera captura (85 cm), corresponde a las establecidas por la COMIP y la Ley 12.212 de la Prov. de Santa Fé. Lm: talla de primera madurez (91 cm.) y Lópt: Talla óptima (111 cm.). Y: corresponde a la cohorte nacida después del cierre de la represa de Yacyretá.

Las variaciones de las CPUE(n), en función de las tallas (con intervalos de 2 cm) de los surubíes pintados, capturados en concursos de pesca analizados se pueden observar en la (**Figura 2, Tabla 1**). Los concursos de pesca con devolución permitieron registrar las tallas correspondientes a las primeras clases de edad lo que facilita la descomposición de las modas de las pseudocohortes y determinar los parámetros de crecimiento aplicando el método de von Bertalanffy. El mejor ajuste para las series de los concursos de Reconquista y Goya correspondió a un  $L_{\infty}$  de 185 cm. que arroja un valor de K: 0.0653 y  $t_0$ : -3.4 para la serie de  $L_{\infty}$  investigadas de 170 a 200 cm y no presentan diferencias en las relaciones tallas/edades en los primeros 12 años. Otros estadísticos del análisis son,  $R^2$ :0.9858, Fs:5207,  $P > 0.00000$  y  $n$ :77. Los valores originales del análisis con sus desvíos estándares se consignan en la **Tabla 2**. Las relaciones entre edades, tallas y pesos estimados para los surubíes pintados del río Paraná, en la Argentina se pueden observar en la **Tabla 3**.

El valor de  $L_{\infty}$  de 185 cm, calculado está comprendido entre los estimados para las misma series de los concursos de Reconquista y Goya aplicando los métodos de Gulland & Holt, 1959 y Shepherd, (en Sparre *et al.*, 1989), que dieron 185 y 193 cm respectivamente. El valor estimado a partir del promedio de la tallas de los peces más longevos dio un  $L_{\infty}$ 173.9 cm;  $n$ :12.

Como el surubí pintado, se reproduce en primavera-verano, desde medianos de setiembre a marzo (Oldani, 1990) **le asignamos el 1 de enero a la fecha de nacimiento**. En el primer año de vida, la moda de las tallas alcanzó un valor de 45.08 cm, mientras que la cohorte siguiente está naciendo, lo que representa probablemente la mayor diferencia entre las tallas de 2 cohortes sucesivas para los peces de la cuenca.

La primera marca de crecimiento en los radios duros de las aletas pectorales, aparece en el borde del radio en el invierno siguiente al nacimiento. Esto último se dedujo de observar ejemplares de tallas de 27 a 47 cm, capturados entre enero y agosto y las marcas se presentan únicamente después de julio. La segunda marca aparece al año siguiente y así sucesivamente. **A estas marcas las asignamos al 1 de julio**. La edad de los peces resulta de contabilizar los días desde la fecha de captura hasta la fecha de nacimiento (dividido 365 para ser expresada en años) (**Figura 3**).

A medida que se incrementa la talla de los peces, los porcentajes que representan las distancias del

foramen a las marcas anuales, respecto de la distancia del foramen al borde de la espina, disminuye. Es decir, que las marcas se desplazan desde el borde de la espina hacia el interior y terminan reabsorbiéndose. Cuando se reabsorbe una marca, la distancia del foramen a la marca más próxima se incrementa y seguidamente aparece una nueva marca en el borde de la espina, lo que indica el inicio de una nueva etapa de crecimiento. La zona de mayor crecimiento que sigue a las marcas anuales es más transparente (Penha *et al.*, 2004). En la serie de ejemplares estudiados observamos que las reabsorciones de la primera, segunda, tercera y cuarta marca se iniciaron a los 72.5, 83, 92, y 102 cm. con edades de 4.4, 5.9, 7.4 y 9.2 años respectivamente (**Figura 4**). La última porción de las marcas en reabsorberse, corresponde al eje donde se realizan las lecturas.

El proceso de reabsorción se observa en el tiempo, a través de ejemplares capturados sucesivamente. Las primeras 4 o 5 marcas son simples, bien definidas, espaciadas proporcionalmente y se pueden seguir alrededor de toda la espina, excepcionalmente se encuentran marcas dobles o falsas. A medida que continúa el crecimiento los peces incrementan el diámetro de las espinas y comienzan a reabsorberse los anillos de crecimiento y las marcas que son reemplazados por nuevos anillos y nuevas marcas. En esta etapa aparecen marcas dobles probablemente asociadas a la reproducción. Un ejemplar de 90 cm capturado después de julio, tiene mas de 6.5 años, presenta 5 marcas y reabsorbió 2 anillos. Todo esto, tornar dificultosa la interpretación de la edad por eso en el estudio analizamos ejemplares menores de 10 años.

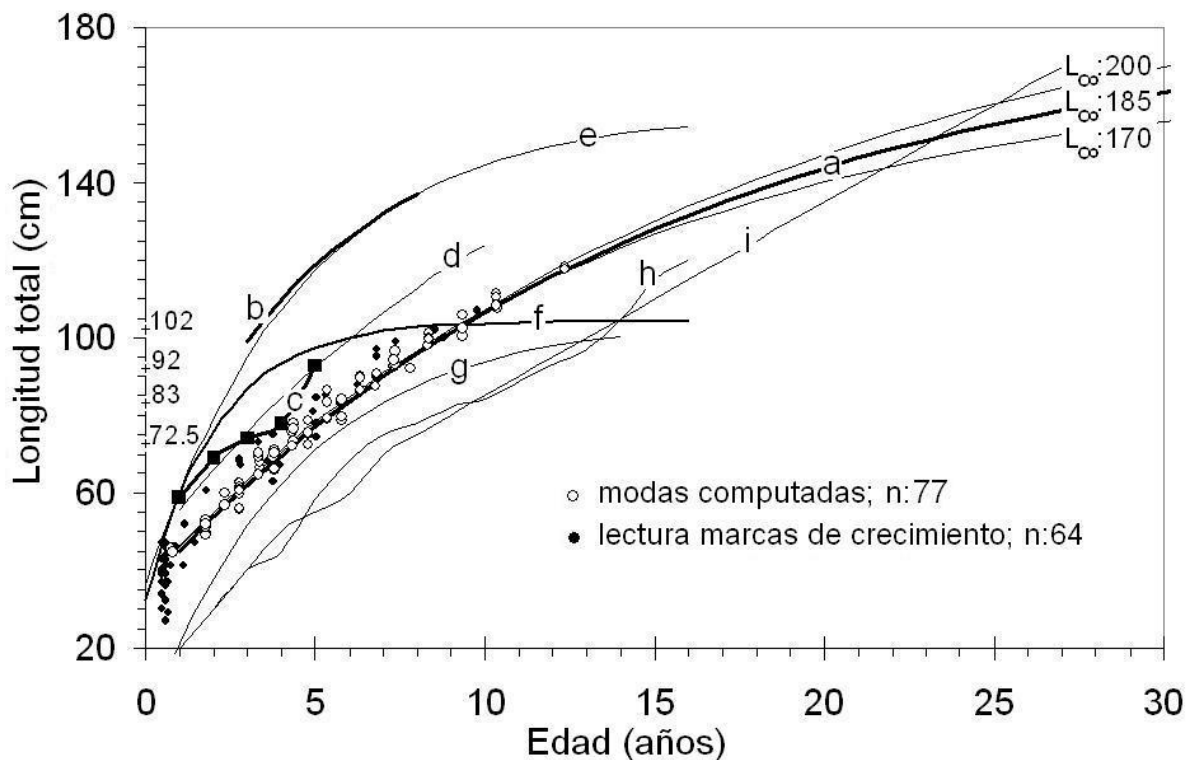
El análisis de la varianza utilizado para analizar las diferencias entre las dos metodologías para determinar las edades, por un lado la descomposición de las modas de las pseudocohortes de los concursos de Reconquista y Goya y por el otro las lecturas de las marcas anuales en los radios duros de las aletas pectorales, dio un F-estadístico de 1.8762 y arrojó un P value de  $>0.1366$ . Esto mostró que estadísticamente no hay diferencia en las determinaciones de las edades entre uno y otro método.

La mortalidad natural (M) del surubí pintado de acuerdo a los parámetros estimados para una temperatura de 22.5 °C, dio un valor teórico de 0.16 (Pauly, 2004). El valor máximo de la mortalidad total (Z), para las series del 2003 al 2008 de los concursos de Reconquista, Goya, Santa Fe y La Paz, se dio en el 2005 con una valor medio de 1.06 (0.81-1.3) (**Figura 5 A y E**). La mortalidad total (Z) del surubí pintado está asociada a las capturas comerciales del sábalo

**Tabla 2.** Estadísticos computados de la descomposición de las polimodales de las pseudocohortes de los concursos de pesca de Goya y Reconquista. Medias, SD: desvíos estándar, N: número de ejemplares y Edad en años.

GOYA	Modas computadas	SD	N	Edad (años)	RECONQUISTA	Modas computadas	SD	N	Edad (años)
May 03,1997	92.26	3.27	37	7.34	Oct 12,2002	53	2.4	13	1.78
May 03,1997	106	1.84	21	9.34	Oct 12,2002	62.51	1.7	32	2.78
May 03,1997	118	3.01	47	12.34	Oct 12,2002	70.83	3.19	53	3.78
May 08,1999	99.69	2.51	28.76	8.35	Oct 12,2002	78.65	3.32	16	4.78
May 08,1999	107.56	2.05	16.09	10.35	Oct 12,2003	49.74	1.91	14.92	1.78
May 08,1999	118.28	1.67	10.92	12.36	Oct 12,2003	61.39	2.65	19.65	2.78
Abr 29,2000	92.69	1.24	17	7.33	Oct 12,2003	75	2.4	3.36	4.78
Abr 29,2000	100.44	1.77	23	9.33	Oct 12,2003	83.91	2.54	9.13	5.78
Abr 29,2000	108.25	1.1	10	10.33	Oct 10,2004	55.65	4.5	143.7	2.78
Abr 28,2001	111.45	2.58	16	10.33	Oct 10,2004	69.32	3.31	22.77	3.78
Abr 28,2001	117.53	1.67	6	12.33	Oct 10,2004	78.39	1.97	12.12	5.78
May 04,2002	83.25	1.47	22	5.34	Oct 10,2004	92	1.7	4.39	7.78
May 04,2002	93	2.4	13	7.34	Oct 09,2005	45.62	2.73	7	0.77
May 04,2002	101	2.91	15	8.34	Oct 09,2005	60.92	3.35	40	2.77
May 06,2003	60	2.64	13	2.34	Oct 09,2005	69.31	2.29	26	3.77
May 06,2003	66.54	2.35	14	3.35	Oct 15,2006	49.12	2.86	19	1.79
May 06,2003	72.59	3.18	35	4.35	Oct 15,2006	55.86	1.29	13	2.79
May 06,2003	78.75	2.53	58	5.35	Oct 15,2006	65.79	2.45	51	3.79
May 06,2003	90	2.53	49	6.35	Oct 15,2006	72.3	2.86	30	4.79
May 06,2003	96.41	1.28	14	7.35	Oct 15,2006	79.56	1.64	13	5.79
May 06,2003	102.41	1.9	14	9.35	Oct 15,2006	90.66	1.55	9	6.79
May 06,2003	110.27	2.03	14	10.35	Oct 14,2007	44.54	1.86	66.07	0.78
May 01,2004	56.73	2.3	24	2.33	Oct 14,2007	66.32	1.6	71.28	3.79
May 01,2004	64.69	2.24	25	3.33	Oct 14,2007	75.51	2.48	42.03	4.79
May 01,2004	73.34	2.34	28	4.33	Oct 14,2007	87.51	2.42	18.94	6.79
May 01,2004	89.62	2.75	51	6.33	Oct 13,2008	51	3.46	25.17	1.78
May 01,2004	99.87	1.23	15	8.34	Oct 13,2008	59.65	1.3	8.43	2.78
May 01,2004	108.27	2.84	11	10.34	Oct 13,2008	66.03	2.19	8.42	3.78
May 08,2005	67.71	4.61	185	3.35	Oct 13,2008	75.39	1.77	26.94	4.78
May 08,2005	77.82	3.22	35	4.35	Oct 12,2009	52.01	2.95	19	1.78
May 08,2005	86.58	1.14	9	5.35	Oct 12,2009	60.64	2.79	7	2.78
Abr 29,2006	71.87	1.8	28	4.33	Oct 12,2009	70.05	1.66	4	3.78
Abr 29,2006	79.35	2.64	45	5.33					
Abr 29,2006	86.18	1.34	13	6.33					
Abr 29,2006	94.16	2.7	10	7.33					
Abr 28,2007	69.14	3.14	303	3.32					
Abr 28,2007	75.88	2.22	78	4.32					
Abr 28,2007	89.71	2.42	44	6.32					
Abr 28,2007	97.92	1.92	22	8.33					
Abr 28,2007	105.85	2.6	18	9.33					
May 04,2008	70.25	2.8	56	3.34					
May 04,2008	76.29	1.62	42	4.34					
May 04,2008	86.33	1.67	28	6.34					
May 04,2008	99.56	1.27	11	8.35					
May 04,2008	106.03	1.68	4	9.35					



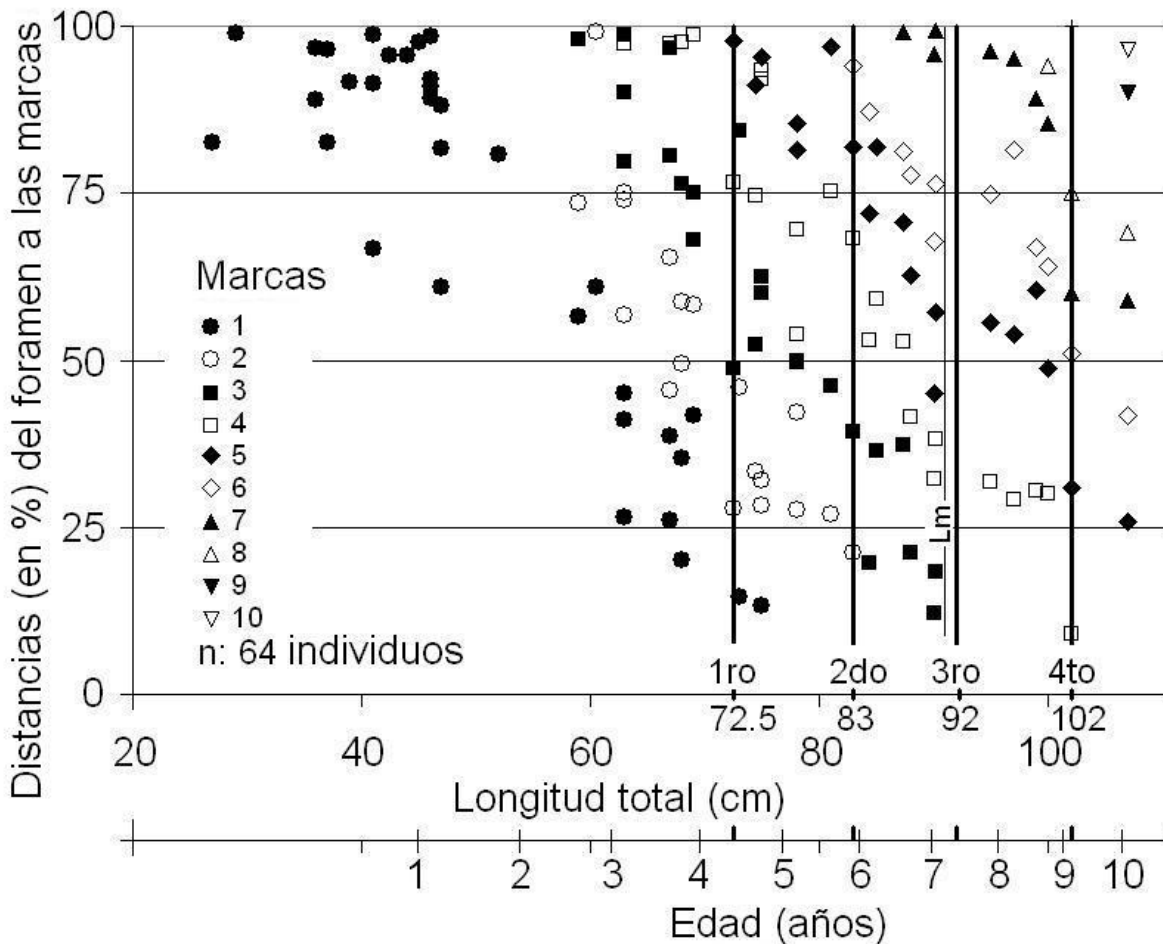


**Figura 3.** Distribución de las tallas de los surubies pintados en función de las edades determinadas con las dos metodologías utilizadas: modas computadas de la descomposición de las multimodales de los concursos de pesca de Goya y Reconquista y lectura de las marcas de crecimiento en los radios duros de las aletas pectorales. (a) corresponden al análisis de las modas de este estudio, con distintos parámetros de la ecuación de von Bertalanffy  $L_{\infty}$ :185,  $K$ :0.0653 y  $t_0$ :-3.4;  $L_{\infty}$ :200,  $K$ :0.0562 y  $t_0$ :-3.7;  $L_{\infty}$ :170,  $K$ :0.075 y  $t_0$ :-3.2. Edades determinadas por: (b) Bechara *et al.*, 2007:  $L_{\infty}$ :161.7,  $K$ :0.183 y  $t_0$ :-2.121, para las poblaciones del tramo medio del río Paraná (Arg); (c) Cordiviola, 1966: para las poblaciones del tramo medio del río Paraná (Arg); (d) Mateus & Petreire, 2004:  $L_{\infty}$ :183,  $K$ :0.085 y  $t_0$ :-3.274, para las poblaciones de surubies pintados del río Paraguay en el Mato Grosso (Brasil), (e, f) Vargas, 2010:  $L_{\infty}$ :1448.37mm,  $K$ :0.22 y  $t_0$ :-1.09, para hembras y  $L_{\infty}$ :944.77mm,  $K$ :0.47 y  $t_0$ :-0.73 para machos de las poblaciones del tramo medio del río Paraná (Arg); (g) Navia, C. *et al.*, 2007:  $L_{\infty}$ :105(±6) y  $K$ : 0.225(±0.045) para las poblaciones de laguna Cáceres río Paraguay (Pantanal Boliviano); (h, i) Pereyra de Godoy, 1993: para las poblaciones de macho y hembras respectivamente del río Paraná en Brasil.

(*Prochilodus lineatus*) del año anterior ( $R^2$ : 0.4216;  $F_s$ : 10.21;  $P$ :0.006 y  $N$ :16), que es la especie objetivo de la pesquería. El pico máximo histórico de las capturas sábalo se alcanzó a fines del 2004 (**Figura 5 B**) y provocó una notoria disminución en las tallas medias del resto de las especies comerciales (Oldani *et al.*, 2005). Las variaciones de la abundancia de los surubies pintados de edad 4+ (que es cuando se termina de reclutar a la pesquería deportiva) para las cohortes 1999-2004, están asociadas a las variaciones del promedio del nivel hidrométrico de octubre a diciembre que corresponde al período de nacimiento. Cuando el promedio de los niveles hidrométricos (octubre a diciembre) supera los 3 m en Pto. Paraná y si las condiciones térmica son adecuadas se producirían cohortes más abundantes (**Figura 5 C, D y F**).

**Tabla 3.** Edades, tallas y pesos estimados para los surubies pintados del río Paraná, en la Argentina.

Edad (años)	Longitud total (cm)	Peso total (kg)
1	45.08	1.350
2	53.78	1.821
3	61.94	2.411
4	69.59	3.137
5	76.77	4.015
6	83.50	5.061
7	89.81	6.288
8	95.73	7.708
9	101.28	9.330
10	106.49	11.161
15	128.04	23.423
20	143.68	40.114



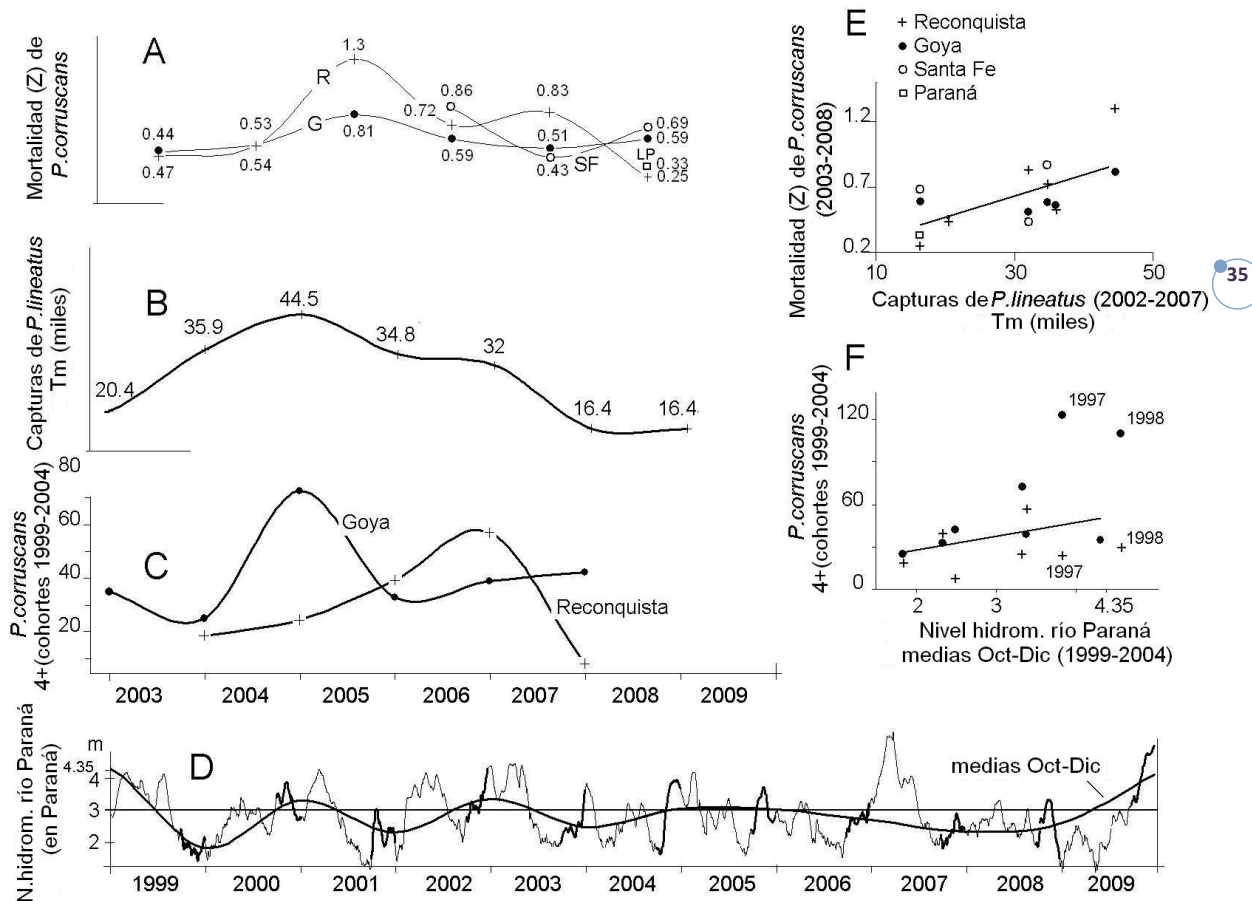
**Figura 4.** Porcentajes de la distancia del foramen a los anillos en relación con la distancia del foramen al borde de la espina, en función de la talla de los peces. 1ro, 2do, 3ro y 4to, corresponden a las tallas donde se reabsorben la primera, segunda, tercera y cuarta marca de crecimiento.

Las tallas máximas, en el concurso de Ituzaingó que es donde se capturan los ejemplares de mayores tallas, disminuyeron de 162 cm. en el 2001 y 2003, a 133 cm. y 125 cm. en el 2007 y 2008 respectivamente. Desde el 2006, más de la mitad de los concursos organizados en Reconquista no registraron ejemplares superiores a la talla óptima (Lópt) de 111 cm. y solamente 1 ejemplar capturado nació antes del cierre de Yacyretá (Figura 2). La talla de primera captura (Lc) es de 85 cm. La talla de primera madurez (Lm), se estimó en 91 cm en base a la ecuación de Froese & Binohlan (2000). A partir de esto, desde el 2002 la relación entre la talla media y la talla de primera madurez fue: <1: (0.67-0.92). En los concursos de Goya y Reconquista se observó que la CPUE(n), no estuvo asociada a las variaciones del nivel hidrométrico (R2: 0.0138; Fs:0.12; P<0.73 y R2: 0.0277; F:0.17; P<0.69, respectivamente). El análisis

mostró que en 1996-1997 se necesitaban alrededor de 600 hs de pesca para capturar 1 ejemplar > de 90 cm. y en los concursos de Reconquista desde el 2003 se incrementó a más de 1000 horas de pesca.

#### DISCUSIÓN

La edad y el crecimiento del surubí pintado, fueron determinados en base la descomposición de las modas de las pseudocohortes con la información proveniente de los concursos de Reconquista (organizado al principio del período de crecimiento) y Goya (al final de período de crecimiento), validada con un método indirecto, con las lecturas de las marcas anuales en los radios duros de las aletas pectorales (Araya & Cubillos, 2002; Francis, 1990; Morales-Nin, 1991). Esta especie es de rápido crecimiento y permite separar claramente las primeras clases de edad.



**Figura 5.** A) Variaciones anuales de la mortalidad (Z) del surubí pintado determinadas para los concursos de pesca de Reconquista (R), Goya (G), Santa Fe (SF) y La Paz (LP) desde el 2003 al 2008. B) Capturas anuales de sábalo del 2002-2008, estimadas a partir de los registros de exportaciones expresadas en miles de toneladas. C) Abundancia de surubies pintados de edad 4+ para las cohortes 1999-2004 estimadas a partir de la información de los concursos de pesca de Goya y Reconquista. D) Variaciones diarias del nivel hidrométrico del río Paraná (en Paraná) y promedios de octubre a diciembre, desfasadas para hacerlas coincidir con el período de nacimiento de los surubies de edad 4+. E) Regresión entre la mortalidad (Z) del surubí pintado determinadas para los concursos de pesca de Reconquista (R), Goya (G), Santa Fe (SF) y La Paz (LP) desde el 2003 al 2008, y las capturas anuales de sábalo del 2002-2008, estimadas a partir de los registros de exportaciones expresadas en miles de toneladas ( $y:0.0165x+0.1371$ ;  $R^2:0.4216$ ;  $Fs:10.21$ ;  $P:0.006$ ;  $N:16$ ). F) Distribución de las abundancia de surubies de edad 4+ para las cohortes 1999-2004, en función de los promedios del nivel hidrométrico de octubre a diciembre al momento del nacimiento.

El surubí pintado nace y tiene un período de crecimiento en primavera verano, de setiembre a marzo, que estaría asociado al aumento del nivel hidrométrico y de la temperatura del agua, a la disponibilidad de alimentos y a las condiciones ambientales en general (Bonetto, 1975; Faifer com. pers., 2009; Fuentes *et al.*, 1998; Oldani, 1990). A la edad 0+ como otros migradores de la Cuenca del Plata de origen amazónico, presenta una gran dispersión en las tallas probablemente asociada a los pulsos de reproducción (Cordiviola, 1971; Oldani 1990; Fuentes *et al.*, 1998). En otoño-invierno tienen un período de receso donde marcan los anillos (Mateus & Petrere,

2004), que también fueron observado en otras especies de la cuenca por Cordiviola, (1971), para el sábalo y Balboni *et al.*, 2010 para la tararí (*Hoplias aff. malabaricus*) de lagunas pampeanas.

La edad y el crecimiento del surubí pintado también fueron estudiadas en base a la lectura de los anillos de los radios duros de las aletas pectorales por Bechara *et al.*, (2007). Cordiviola, (1966), Mateus & Petrere, (2004) y Vargas (2010) y de los cuerpos vertebrales por Navia (2007), pero los resultados difieren de los encontrados en este estudio porque probablemente sobreestimaron el crecimiento atri-

buyendo tallas sin considerar la reabsorción de las marcas de crecimiento (**Figura 3**).

Un aspecto crítico del estudio fue determinar el  $L_{\infty}$ , por la falta de registros históricos y la pérdida de los peces más lonjevos debido a las malas prácticas de pesca y a la sobreexplotación. En este sentido, el análisis de regresión y correlación entre las edades en años (X) y las modas computadas en cm (Y) expresadas como:  $-\ln(1-L_t/L_{\infty})$  (von Bertalanffy, en Sparre et al., 1989), resultó una herramienta útil porque permite analizar y determinar el mejor ajuste para distintos valores de  $L_{\infty}$  y encontrar los parámetros K y  $t_0$  de la ecuación de crecimiento. El valor de  $L_{\infty}$  de 185 cm, determinado está entre los valores estimados a partir de las observaciones de Cordiviola (1966), Oldani & Oliveros, (1984) para el tramo medio del río Paraná, Mateus & Petrere (2004) para el río Paraguay en Brasil, un afluente del río Paraná, Godinho et al., 1993 (en Mateus & Petrere, 2004) para la cuenca del río San Francisco en Brasil.

El surubí pintado se recluta a la pesquería hasta después de los 65 cm (**Figura 2**), lo que dificulta obtener valores de mortalidad para las primeras clases de edad con la metodología utilizada. Es una especie longeva y por lo tanto debe tener un coeficiente de mortalidad natural bajo, lo que concuerda con el M: 0.16 estimado con la fórmula empírica de Pauly (1980). Los valores de Z estimados se encuentran en el rango de los estimados por Oldani et al., (2005) para las mismas poblaciones de este estudio, que encontraron valores de 0.39 (entre 0.36 y 0.43) y de 0.88 (entre 0.74 y 1.02) para los períodos 1976-1977 y 2002-2003, respectivamente. Las variaciones de la mortalidad (Z) del surubí pintado son coincidentes con las variaciones en las capturas de sábalo (*Prochilodus lineatus*) que es la especie objetivo de la pesquería que a su vez están asociados a la utilización de redes con aberturas de malla de 14, 12 e incluso 10 cm (malla estirada) a las que el surubí pintado es muy vulnerable.

Como se sabe, el tamaño de las poblaciones de peces, depende por lo menos en parte, del bienestar de las larvas durante el período crítico (May, 1974). El surubí pintado como todos los migradores del Paraná se reproducen en el cauce de los ríos y sus huevos y larvas se desplazan “pasivamente” aguas abajo. El período de reproducción más importante se extiende de octubre a diciembre (primavera), que en los últimos 100 años el 63% del tiempo estuvo desconectado del sistema de lagunas. El otro, menos importante, se produce en verano (Brito & Bazzoli, 2003; Oldani & Oliveros 1984; Oldani, 1990; Vazzoler, A.E. 1996; Fuentes et al., 1998). Todo esto, se

traduce en la disponibilidad de hábitats para la alimentación y refugio (Oldani et al., 2005) y los juveniles del surubí pintado tiene una altísima afinidad con la vegetación acuática (*Paspalum repens*, *Eicchornia crassipes*). El mejor ajuste de los surubíes pintados de edad 4+ capturados en los concursos de Goya y Reconquista (cohortes 1999 al 2004) se dio con el promedio del nivel hidrométrico de octubre a diciembre en el momento del nacimiento (**Figura 5 C y F**). Los años con niveles hidrométricos más elevados producirían cohortes más abundantes. Indudablemente deben existir otros factores ambientales asociados, como la duración de las crecientes, temperaturas de los inviernos y presión de pesca.

La conservación del surubí pintado plantea un serio desafío que involucra la capacitación de los funcionarios en todos los niveles de organización y un conjunto de medidas que puedan ser aplicadas para revertir la situación. Los concursos de pesca deportiva son una alternativa de bajísimo costo que se puede utilizar, para conocer la estructura de tallas de las pesquerías, determinar parámetros poblacionales y factores que inciden en las abundancias de las cohortes. Las determinaciones de edad y crecimiento y la incidencia de los factores ambientales que regulan el tamaño de las cohortes son aspectos críticos para discutir y fijar pautas de manejo. De no tomarse medidas de manejo adecuadas, el surubí pintado deberá seguir soportando la presión de pesca que hizo disminuir considerablemente los especímenes de tallas superiores a la primera reproducción (91 cm). En 1976-77 el porcentaje de reproductores representaba el 63% de los peces capturados de Pto. Sánchez (Paraná), en el 2002-03 disminuyó al 30% (Oldani et al., 2005) y en los concursos de Goya y Reconquista desde el 2004, no supera el 11%. Ahora las cohortes se extinguen alrededor de los 10 años o antes. Además, estas poblaciones, originalmente tenían como límite superior de su área de distribución los Saltos del Guairá y como límite inferior de su área de reproducción aproximadamente a la ciudad de La Paz. El cierre de las represas de Itaipú y Yacyretá redujo aproximadamente el 44% del área de reproducción del río Paraná (Oldani & Rabe 2004) y la represa de Salto Grande aisló las poblaciones del río Uruguay.

La disminución de abundancia de las poblaciones, de los especímenes de mayores tallas, longevos y de los reproductores se traduce en una pérdida de biodiversidad y que según Longhurst, (2002) puede conducir, en teoría, a una reducción en su aptitud (fitness), a pesar del crecimiento compensatorio de los sobrevivientes y es el peor de los escenarios para



la conservación de las poblaciones. Esto se asocia a malas prácticas de pesca que se producen cuando se reducen las aberturas de malla de las redes para incrementar las capturas y no se controla la presión de pesca. Probablemente este mecanismo se manifestó otras veces en el río Paraná con las poblaciones de otros grandes peces migradores como: *Zungaro zungaro*, *Brycon orbignyanus*, *Piaractus mesopotamicus*, *Oxidoras kneri* y *P. fasciatum* o *P. reticulatum* y pasaron inadvertidas para los procedimientos convencionales de gestión, se perdieron como recurso económico y apenas se estudiaron. Sumado a esto se presentan escenarios poco favorables, porque las cohortes del 2005 al 2008 que se están reclutando nacieron coincidentes con niveles hidrométricos bajos.

**Agradecimientos**

A los organizadores de los concursos de pesca con devolución por la información de base. A la Prof. Olga Oliveros por los datos de capturas de la ciudad de Paraná. A la Dra. Liliana Forzani y a la Lic. Pamela Llop, del Departamento de Matematica (FIQ, UNL) y del Instituto Matematica Aplicada Litoral CCT- CONICET y de la Universidad Tecnológica Nacional (Santa Fe), por la ayuda en el análisis estadístico. Al Sr. Miguel López y al Dr. Roberto Rodríguez por la preparación y cortes de las espinas, al Dr. Dario Colautti por la revisión crítica del manuscrito y al Dr. Hugo López por el estímulo. Este trabajo fue subsidiado por el PIP 5289.

**Bibliografía citada**

AGOSTINHO AA & LC GOMES, HI SUZUKI, HF JÚLIO JR (2004) Migratory Fishes of the Upper Paraná River Basin, Brazil. Chapter 2. In Carolsfield, J; Harvey, B; Ross, C; & Baer A (Eds). Migratory Fishes of South America Biology, Fisheries, and Conservation Status. World Fisheries Trust, IDRC and World Bank, Victoria, 380 p. Version on line.

ARAUJO-LIMA CARM & ML RUFFINO (2004) Migratory fishes of the Brazilian Amazon, Chapter 6. In Carolsfield J; Harvey B; Ross C; & Baer A (Eds). Migratory Fishes of South America Biology, Fisheries, and Conservation Status. World Fisheries Trust, IDRC and World Bank, Victoria, 380 p. Version on line.

ARAYA M & L CUBILLOS (2002) El análisis retrospectivo del crecimiento en peces y sus problemas asociados. *Gayana* (Concepc.) 66(2):161-179

BAIGÚN CRM, MINOTTI PG, KANDUS P, QUINTANA R, VICARI R, PUIG A, OLDANI NO & NESTLER JÁ (2008) Resource use in the Parana River delta (Argentina): moving away from an ecohydrological approach? *Ecohydrology & Hydrobiology* 8:245-262

BALBONI L, D COLAUTTI & C BAIGUN (2010) Biology of growth of *Hoplias* aff. *malabaricus* in a shallow pampean lake (Argentina). *Neotropical Ichthyology*.(in press)

BECHARA JA, F VARGAS & C FLORES QUINTANA (2007) *Biología pesquera de las principales especies de importancia*

*económica en el área de la confluencia de los ríos Paraná y Paraguay*. Subsecretaría de Pesca y Acuicultura de la Nación. Corrientes (Argentina). 72pp.

BONETTO AA (1975) Hydrologic regime of the Paraná River and its influence on ecosystems. In: Hastler (ed.) *Coupling of land and water systems*, Springer Verlag, New York: 175-197

BONETTO AA, C PIGANALBERI & E CORDIVIOLA (1965) Notas preliminares para un estudio biológico y pesquero del "surubi" (*Pseudoplatystoma coruscans* y *P.fasciatum*) en el Paraná Medio. Pisces Pimelodidae. *Anais do II Congreso Latino-Americano de Zoología. São Paulo, (1962):* II: 125-129

BRITO MFG & N BAZZOLI (2003) Reproduction of the surubim catfish (Pisces, Pimelodidae) in the São Francisco River, Pirapora Region, Minas Gerais, Brazil. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 55 (5): Version on line.

BUITRAGO-SUAREZ UA & BM BURR (2007) Taxonomy of the catfish genus *Pseudoplatystoma* Bleeker (Siluriformes: Pimelodidae) with recognition of eight species. *Zootaxa* 1512: 1-38

CAMPAGNOLO R & APO NUÑER (2008) Survival and growth of *Pseudoplatystoma coruscans* (Pisces - Pimelodidae) larvae: effect of photoperiod. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 60(6): 1511-1516

CORDIVIOLA E (1966) Nuevos aportes al conocimiento de la biología pesquera del "surubi" (*Pseudoplatystoma coruscans*) en el Paraná medio (Pisces, Siluriformes). *Physis* XXVI (71):237-244

CORDIVIOLA E (1971) Crecimiento de peces del Paraná medio. I. Sábalo (*Prochilodus platensis* Holmberg). (Pisces, Tetragonopteridae). *Physis* XXX (81):483-504

FRANCIS RICC (1990) Back-calculation of fish length: a critical review. *J. Fish Biol.* 36:883-902

FROESE R & D PAULY (2003) Fish Base. World Wide Web electronic publication. [www.fishbase.org](http://www.fishbase.org), versión (01/2010).

FROESE R & C BINOHLAN (2000) Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data. *J. Fish Biol.* (56):758-773

FUENTES CM, LD DEMONTE & MF ESPOSTI (1998) Temporal variation of main channel ichthyoplankton at the end of middle Paraná River. *Rev.de Ictiología* 6(1/2):57-64

GAYANILO FC, SPARRE P & D PAULY (2005) *The FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FISAT II) On line User's Guide*. Roma.

GODINHO HP, GODINHO AL, MIRANDA MTO & SANTOS JE (1997) Fisheries and biology of the surubim *Pseudoplatystoma coruscans* in the São Francisco River at Pirapora, MG, Brazil. In: Miranda MTO (ed) *Surubim*. IBAMA, Brasilia, Brazil: 27-42 (in Portuguese).

GODINHO AL & KYNARD B, GODINHO HP (2007) Migration and spawning of female surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*, Pimelodidae) in the São Francisco River, Brazil. *Environ Biol Fish*, 80:433 pp.

KAWAKAMI DE RESENDE E (2004) Migratory Fishes of the Paraguay-Paraná Basin excluding the Upper Paraná Basin

- Chapter 3. In Carolsfield, J; Harvey, B; Ross, C; & Baer A (Eds). *Migratory Fishes of South America Biology, Fisheries, and Conservation Status*. World Fisheries Trust, IDRC and World Bank, Victoria, 380 p. Version on line.
- LAI HL, VF GALLUCCI, DR GUNDERSON & RF DONNELLY (1966) Age determination in fisheries: Methods and applications to stock assessment. 82-178: In Gallucci V, Saila S, Gustafson D & B Rothschild (ed) *Stock assessment: quantitative methods and applications for small-scale fisheries*. Lewis Publishers: 527 pp.
- LONGHURST A (2002) Murphy's law revisited: longevity as a factor in recruitment to fish populations. *Fisheries Research* 56: 125-131
- MATEUS LA & PETRERE Jr. M (2004) Age, Growth and yield per recruit analysis of the pintado *Pseudoplatystoma corruscans* (Agassiz, 1829) in the Cuiabá River basin, Pantanal Matogrossense, Brazil. *Braz.J.Biol.* 64(2):257-264
- MAY RC (1974) Larval mortality in marine fishes and the critical period concept. In JH Blaxter (editor) *The early life history of fish*. p. 3-19. Springer-Verlag. N.Y.
- MCCULLOCH CE & SEARLE SR (2001) Generalized, linear, and mixed models. John Wiley & Sons, Series in Probability and Statistics, New York: 325 pp.
- MORALES-Nin B (1991) Determinación del crecimiento de peces oseos en base a la microestructura de los otolitos. *FAO Documento Técnico de Pesca*. No. 322. Roma: 58 pp.
- NAVIA C, VAN DAMME PA & J NUÑEZ (2007) Aspectos biológicos de *Pseudoplatystoma fasciatum* y *P. corruscans* (PISCES, Pimelodidae) en la laguna Cáceres (Pantanal boliviano): 1243-1251. In: Feyen J, Aguirre LF y M Moraes, (Eds.). Congreso Internacional sobre Desarrollo, Medio Ambiente y Recursos Naturales: Sostenibilidad a múltiples niveles y escalas", Cochabamba, Bolivia.
- NESTLER JM, BAIGÚN CRM, OLDANI N & L WEBER (2007) *Contrasting the Middle Parana and Mississippi Rivers to develop a template for restoring large floodplain river ecosystems*. International Journal of River Basin Management (IRBM), Vol 5 (4):305-320
- OLDANI N (1990) Variaciones de la abundancia de peces del valle del río Paraná. *Rev. D'Hydrobiol. trop.* 23(1)90:67-76
- OLDANI N & C BAIGÚN (2002) Performance of a fishway system in a major south american dam on the Parana River (Argentina-Paraguay). *River Res. and Applic* 18: 171-183
- OLDANI NO & CRM BAIGÚN, JM NESTLER, RA GOODWIN (2007) Is fish passage technology saving fish resources in the lower la plata river basin? *Neotropical Ichthyology* 5 (2):89-102
- OLDANI N. & E RABE (2004) Surubí perdónanos. El Territorio Digital, Misiones, <http://www.territorioidigital.com/nota.aspx?c=0550698966240636>.
- OLDANI N & O OLIVEROS (1984) Estudios limnológicos en una sección transversal del tramo medio del río Paraná. XII: Dinámica temporal de peces de importancia económica. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. del Litoral* 15(2):175-183
- OLDANI N, PEÑA M & C BAIGÚN (2005) Cambios en la estructura del stock de la pesquería de Pto. Sánchez en el cauce principal del tramo medio del río Paraná (1976-1977, 1984-1986, 2000-01 y 2002-2003):67-87. In Peteán J & J Cappato (compiladores). *Humedales Fluviales de América del Sur. Hacia un Manejo Sustentable*. Proteger Ediciones. Santa Fe. 566pp.
- PAULY D (1980) On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. *J. Cons. CIEM* 39 (2):175-192
- PENHA JM F, MATEUS LA F, BARBIERI G (2004) Age and growth of the Duckbill Catfish (Sorubim cf. lima) in the Pantanal. *Braz. J. Biol.* 64(1): Print version.
- PENHA JMF, MATEUS LAF & G BARBIERI (2004) Age and growth of the porthole shovelnose catfish (*Hemisorubim platyrhynchos*) in the pantanal. *Braz. J. Biol.*, 64(4): 833-840
- PEREIRA LHG, FORESTI F & C OLIVEIRA (2009) Genetic structure of the migratory catfish *Pseudoplatystoma corruscans* (Siluriformes: Pimelodidae) suggests homing behaviour. *Ecology of Freshwater Fish* 18: 215-225
- PEREYRA DE GODOY M (1993) O Pintado. *Aruanã* 7(37): 34-40
- PETRERE M Jr (1989) River fisheries in Brazil. *A review. Reg. Rivers* 4: 1-16
- RINGUELET RA, ARÁMBURU RH & A ALONSO DE ARÁMBURU (1967) *Los peces argentinos de agua dulce*. Com. Inv. Cient., La Plata, 602 pp.
- SOKAL RR & FJ ROHLF (1979) *Biometría. Principios y métodos estadísticos en la investigación biológica*. Primera edición española. H. Blume (Ed). Madrid, España. 832 pp.
- SPARRE P, E URSIN & SC VENEMA (1989) *Introducción a la evaluación de stocks de peces tropicales*. Parte 1. Manual. FAO Doc. Téc. Pesca, (306.1), Roma, 337 pp.
- TABLADO A & N OLDANI (1984) Consideraciones generales sobre las migraciones de peces en el río Paraná. *Bol. Asoc. Cienc. Nat. del Litoral* 4(3): 31-34
- VAZZOLER AE (1996) *Biología da reprodução de peixes teleosteos: Teoria e Prática*. Maringá: EDUEM, 169 pp.
- VARGAS F (2010) *Informe Final Pesquería. Dirección de Fauna y Áreas Naturales Protegidas – Subsecretaría de Recursos Naturales*. Ministerio de la Producción y Ambiente - Provincia del Chaco: 29 pp.
- WELCOMME RL (2001) *Inland Fisheries: Ecology and Management*. FAO, Rome. Fishing News Books. Blackwell Science Ltd, Oxford, UK. 358 pp.
- ZANIBONI E FILHO & SCHULZ UH (2004) Migratory Fishes of the Uruguay River, chapter 4. In Carolsfield J, Harvey B, Ross C & Baer A (Eds). *Migratory Fishes of South America Biology, Fisheries, and Conservation Status*. World Fisheries Trust, IDRC and World Bank, Victoria, 380 p. Version on line.